

発明の名称

高圧タンク

発明の背景

本発明は、中空状のライナと、ライナの外面を覆う繊維強化樹脂層とを備える高圧タンクに関する。

近年、地球温暖化を抑制する意識が高まってきており、特に車両から排出される二酸化炭素の低減を目的として燃料電池電気自動車や水素自動車等の開発が盛んである。これら自動車では水素と酸素とを電気化学的に反応させて電力を起こし、その電力をモータに供給して駆動力を発生させている。水素供給源として水素タンクが用いられ、水素タンクには高い圧力で水素が充填されている。

図16は特開2002-181295号公報に開示された高圧タンクとしての水素タンク51の断面図である。水素タンク51は中空の樽状をなすライナ52を有する。ライナ52は気密性を確保可能な材質（例えば高密度ポリエチレン）からなる。ライナ52の前端及び後端には熱伝導が良好なアルミニウム等を材質としたトップボス53とエンドボス54とがそれぞれ固着されている。トップボス53及びエンドボス54は一部分が外部に露出した状態で組み付けられている。トップボス53及びエンドボス54を介して、水素タンク51の内部と外部との間で熱交換が行われる。

ライナ52の外面全域にはシェル55が被覆されている。シェル55は耐圧性を確保可能な材質（例えば Fiber Reinforced Plastics (FRP)）からなる。ライナ52の内部には複数のフィン56と、それらフィン56を支持する軸材57とを含むフィンアセンブリ58が収容されている。軸材57の両端部がトップボス53及びエンドボス54に各々固着されている。フィンアセンブリ58は熱伝導が良好なアルミニウム等からなる。

フィンアセンブリ 58 を収容したライナ 52 を一体型に製造する場合、ライナ 52 とフィンアセンブリ 58 との接合部分は真空ろう付けしてスピニング加工によって製造される。しかし、スピニング加工により製造するとライナ 52 に熱が加わるので、強度が下がり割れ易くなる。このため、例えば 500 度程度でライナ 52 を再度熱処理する必要がある。しかしながら、再熱処理を行うと、ろう付け部分が剥がれる、あるいは局所的に配置されたシールに不具合などが生じてしまう。そこで、フィンアセンブリ 58 をライナ内に組み込む場合には分割可能なライナを準備する必要がある。

図 17 (a) 及び図 17 (b) はそれぞれ、分割式のライナ 152, 252 を用いた水素タンクの一部を模式的に示す部分断面図である。各ライナ 152, 252 は、略筒状をなす本体部 59 と、その本体部 59 の開口部を覆う蓋部 60 とを備えている。図 17 (a) のライナ 152 の場合、本体部 59 と蓋部 60 との接合面のうちライナ 152 の径方向に延びるシール面 61 に O リング 62 が配置されている。一方、図 17 (b) のライナ 252 の場合、ライナ 252 の軸方向に延びるシール面 63 に O リング 62 が配置されている。

その内部が高圧となる水素タンクでは、ガス圧によりライナ 152, 252 が軸方向外側又は径方向外側に膨らむ。このため、図 17 (a) のライナ 152 の場合、内部のガス圧によって蓋部 60 が軸方向外側に押し出された状態（二点鎖線で示す状態）となると、O リング 62 が本体部 59 と蓋部 60 との間をシールできずにガスリークが発生する。一方、図 17 (b) のライナ 252 の場合、ガス圧によって本体部 59 が径方向外側に膨らんだ状態（二点鎖線で示す状態）となると、O リング 62 が本体部 59 と蓋部 60 との間をシールできずにガスリークが発生する。

また、水素タンクのシェルは、水素タンクの軸方向及び径方向において応力を受ける。水素タンク 51 の軸方向及び径方向に作用する力の割合は径方向 2 に対

して軸方向1である。従って、シェルを構成する強化繊維は前記軸方向と平行な方向と周方向とに沿って配列されるのが最も好ましい。しかしながら、水素タンクの軸方向と平行な方向に強化繊維を配列するのは困難である。このため、従来、水素タンクの軸方向両端部のそれぞれに対してはインプレーン巻（平面巻）又はヘリカル巻が行われ、両端壁以外の円筒部（胴部）に対してはインプレーン巻又はヘリカル巻とフープ巻との組合せで強化繊維が配列される。各端壁においてはフープ巻を重ねて行うことが難しいため、ヘリカル巻により径方向の強度を確保している。ところが、フープ巻に比べてヘリカル巻では径方向への力に対抗する強度が小さいため、ガスリークが発生してしまう。

発明の要旨

本発明の目的は、ライナの分割部分を確実にシールすることができる高圧タンクを提供することにある。

上記の目的を達成するために、本発明は以下の高圧タンクを提供する。高圧タンクは、高圧ガスを貯蔵する金属製の中空状ライナと、ライナの外面を覆う繊維強化プラスチックとを備える。ライナは、開口部を有するライナ本体と、開口部を閉塞するようにライナ本体に接合される蓋体とを含む。ライナ本体及び蓋体は、開口部の周りにおいて互いに対向する接合面を有する。両接合面間には開口部の周りを延びるシール部材が設けられる。シール部材と接触する両接合面の部分はシール面として機能する。ライナ本体及び蓋体の一方は変形可能部を有する。変形可能部は、一方のシール面を他方のシール面に向かわせるように、ライナ内の圧力によって変形可能である。

本発明はまた、別の高圧タンクを提供する。高圧タンクは、高圧ガスを貯蔵する中空状ライナと前記ライナの外面を覆う繊維強化プラスチック層とを備える。ライナの内部に組立品が収容される。ライナは、その軸方向の少なくとも一端に開口部を有する筒状のライナ本体と、開口部を閉塞するようにライナ本体に接合

される蓋体とを含む。組立品は開口部を通じてライナ本体内に挿入される。蓋体は、開口部に嵌合する凸部と、凸部よりも大径のフランジとを備える。凸部の周面とその周面に対向するライナ本体の部分との間にはシール部材が設けられる。ライナ本体は、開口部と対応する部分に、開口部を包囲する環状凹所を有する。その凹所には開口部の拡開を防止するための環状補強部が設けられる。

本発明はさらに、高圧タンクの製造方法を提供する。高圧タンクは、熱交換機能を有する組立品を収容する中空状ライナと、前記ライナの外面を覆う繊維強化プラスチック層とを備える。ライナは、その軸方向の少なくとも一端に開口部を有する筒状のライナ本体と、開口部を閉塞する蓋体とを含む。方法は、組立品を開口部を通じてライナ本体内に挿入する工程と、蓋体に設けられた凸部の周面とその周面に対向するライナ本体の部分との間にシール部材を配置した状態で、凸部を開口部に嵌合する工程と、開口部と対応するライナ本体の外周面の部分に形成された環状凹所内に、樹脂含浸繊維束を巻き付ける第1巻き付け工程と、第1巻き付け工程後、ライナの外面にフィラメントワインディングにより樹脂含浸繊維束を巻き付ける第2巻き付け工程であって、樹脂が硬化することによって繊維強化プラスチック層がライナの外面に形成されることと含む。

本発明の他の態様及び利点は本発明の原理の例を示している図面と共に以下の記載から明らかとなる。

図面の簡単な説明

本発明の新規であると思われる特徴は、特に添付した請求の範囲において明らかとなる。目的及び利点を伴う本発明は以下に示す現時点における好ましい実施態様の説明を添付の図面を参照することにより理解される。

図1は本発明を具体化した第1実施形態における水素タンクの模式断面図である。

図 2 は図 1 の水素タンクの基端側蓋部における接合部位の部分断面図である。

図 3 は図 1 の水素タンクの先端側蓋部における接合部位の部分断面図である。

図 4 は図 2 の水素タンクの作用を説明する図である。

図 5 は第 2 実施形態における水素タンクの基端側蓋部の接合部位の部分断面図である。

図 6 は図 5 の水素タンクの作用を説明する図である。

図 7 は第 3 実施形態における水素タンクの断面図である。

図 8 は図 7 の水素タンクの部分拡大図である。

図 9 は第 4 実施形態における水素タンクの部分断面図である。

図 10 は別例における水素タンクの断面図である。

図 11 は別例における水素タンクの断面図である。

図 12 は別例における水素タンクの断面図である。

図 13 は別例における水素タンクでの基端側蓋部の接合部位の部分断面図である。

図 14 (a) は別例における水素タンクの部分断面図である。

図 14 (b) は別例における水素タンクの部分断面図である。

図 15 は別例における水素タンクの断面図である。

図 16 は従来の水素タンクの模式断面図である。

図 17 (a) は図 16 とは異なる従来の水素タンクのライナにおける蓋部の接合部分の断面図である。

図 17 (b) は図 17 (a) とは異なる従来の水素タンクのライナにおける蓋部の接合部分の断面図である。

好適な実施形態の詳細な説明

以下、本発明を具体化した第 1 実施形態を図 1 ～図 4 に基づいて説明する。

図 1 は、水素タンク 1 の模式断面図である。高圧タンクとしての水素タンク 1 は細長い筒状をなし、その内部にライナ 3 を備えている。ライナ 3 の内部に収容

室 2 が区画されている。収容室 2 内にガスとしての水素が高圧状態で充填される。収容室 2 内を比較的高圧に設定することにより多くの水素が充填可能である。例えば収容室 2 の圧力が 25 Mpa に設定された場合、大気中と比較して約 250 倍の水素が充填可能である。水素タンク 1 の両端部のうち水素が出入りする側が先端部であり（図 1 の右方）、その反対側が基端部（図 1 の左方）である。

水素タンク 1 は略筒状をなすライナ 3 と、ライナ 3 の外周面の略全域を覆う高強度炭素繊維強化プラスチック（CFRP）層 4 とを備えている。高強度 CFRP 層 4 は樹脂（例えば不飽和ポリエステル樹脂、エポキシ樹脂等）が含浸された炭素繊維を、ヘリカル巻層とフープ巻層を有するようにライナ 3 に巻き付け、樹脂を熱硬化することによって形成される。高強度 CFRP 層 4 は水素タンク 1 の耐圧性（機械的強度）を確保している。

ライナ 3 は例えばアルミニウム合金からなり、水素タンク 1 の気密性を確保するように機能する。ライナ 3 は分割式であるとともに、略筒状をなすライナ本体としての本体部 5 と、本体部 5 の基端側の開口部 6 を覆う蓋体としての第 1 蓋部 7 と、本体部 5 の先端側の開口部 6 を覆う蓋体としての第 2 蓋部 9 とを備えている。第 2 蓋部 9 には収容室 2 と外部とを連通する通気路 9a の先にバルブ 10 が取り付けられている。バルブ 10 のポート切り換えに応じて、水素タンク 1 の使用状態は水素放出状態と水素再充填状態との間で切り換えられる。

収容室 2 内に水素吸蔵用ユニット 11 が収容されている。水素吸蔵用ユニット 11 の内部には水素タンク 1 の軸方向 L に沿って延び、先端側で折り返された熱媒管 12 が収容されている。第 1 蓋部 7 には水素タンク 1 の外部と熱媒管 12 の各端部とを連通する 2 つの第 1 及び第 2 通路管 7a, 7b が形成されている。熱媒管 12 内には冷水又は温水が流れる。本実施形態では第 1 通路管 7a が上流側に配置され、第 2 通路管 7b が下流側に配置されている。

熱媒管 12 には略円盤状をなす複数のフィン 13 が水素タンク 1 の軸方向 L に

沿って等間隔おきに固定されている。隣接するフィン13の間には粉末状の水素吸蔵合金がフィン13と接触する状態で收容されている。水素吸蔵合金は水素タンク1内の水素の充填量を増大させる機能があり、大気中に比べて100倍以上1000倍以下の範囲の水素の充填を可能にする。フィン13の周囲には全てのフィン13を覆った状態で水素を透過可能なフィルタ14（破線で図示）が取り付けられている。

前記水素吸蔵合金は水素を吸蔵するときに発熱し、水素を放出するときに吸熱する。水素吸蔵時には両通路管7a、7b及び熱媒管12に冷水が流れ、この冷水によって熱媒管12及びフィン13を介して水素吸蔵合金の温度上昇が抑制される。一方、水素放出時には両通路管7a、7b及び熱媒管12に温水が流れ、この温水によって熱媒管12及びフィン13を介して水素吸蔵合金の温度降下が抑制される。

第1蓋部7には收容室2に開口部する穴部7cが形成されている。本体部5の内面のうち、水素タンク1の軸方向Lの先端側のライナ3の内面には周方向に沿って延びる環状突部15が形成されている。水素吸蔵用ユニット11の基端側は穴部7c内に嵌合され、先端側は前記環状突部15によって支持された状態で收容室2内に收容される。

図2は、本体部5と第1蓋部7との間の接合部位の断面図である。第1蓋部7の外周面には周方向に沿って延びるフランジ16が形成される。第1蓋部7の内面にはフランジ16に対し略垂直方向に延びる略円柱状をなす突出部17が形成されている。突出部17の外径はフランジ16を含む第1蓋部7の外径に比べて小さい。前記穴部7cは突出部17に形成されている。

フランジ16には複数の挿通孔19が本体部5の周方向に沿って所定間隔おきに形成されている。各挿通孔19は対応するボルト18の挿通を許容する。本体部5の基端部20には複数の雌ねじ21が形成されている。各雌ねじ21は対応

する挿通孔 19 と対応する位置に形成されている。ボルト 18 をフランジ 16 の挿通孔 19 に挿通した状態で、ボルト 18 の軸部 18 a を雌ねじ 21 に螺着することによって、第 1 蓋部 7 は本体部 5 に固定されている。

第 1 蓋部 7 の内面には本体部 5 の周方向に亘って延びる環状溝 22 が形成されている。環状溝 22 は突出部 17 よりも径方向外側に位置する。軸方向 L における環状溝 22 の深さは、溝の底を形成する部分（薄肉部 23）の肉厚が他の部位に比べて薄くなる位置まで達する。径方向 R における環状溝 22 と本体部 5 との間には可曲部 24 が形成される。薄肉部 23 は厚さ W1 を有するとともに、水素タンク 1 内の高圧時において、軸方向 L に沿って変形可能である。本実施形態では、薄肉部 23 及び可曲部 24 が変形可能部を構成する。

可曲部 24 には第 1 蓋部 7 の周方向に亘って延びる収容溝 25 が形成されている。収容溝 25 の底部は、本体部 5 の開口部 6 のシール面 29 に対向する。収容溝 25 は、軸方向 L における可曲部 24 の突出長さ K1 の中間点よりも先端側（図 2 の右方）に位置する。収容溝 25 内にはシール部材としての Oリング 26 が設けられる。Oリング 26 はそのシール部 27 によって本体部 5 と第 1 蓋部 7 との間をシールする。可曲部 24 は径方向 R において厚さ W2 を有するとともに、水素タンク 1 内の高圧時において変形可能である。可曲部 24 は、収容溝 25 と対応する部分において、薄肉部 24 a を有する。薄肉部 24 a の厚さ W3 は、薄肉部 24 a 以外の部分の前記厚さ W2 よりも薄く、この薄肉部 24 a は曲がり易くなっている。

第 1 蓋部 7 は本体部 5 との取付状態において、可曲部 24 が本体部 5 の基端側の開口部 6 に嵌合し、フランジ 16 が本体部 5 の基端部 20 に接触する。開口部 6 及び可曲部 24 が当接する部分と、基端部 20 及びフランジ 16 が当接する部分とが、本体部 5 の接合面 28 に相当する。一方、本体部 5 の接合面 28 に接触する第 1 蓋部 7 の部分が接合面 28 a に相当する。つまり、本体部 5 及び第 1 蓋部 7 は、前記開口部 6 の周りにおいて互いに対向する接合面 28, 28 a を有す

る。本体部 5 の接合面 2 8 及び第 1 蓋部 7 の接合面 2 8 a のうち開口部 6 及び可曲部 2 4 の当接する 2 つの部分がそれぞれシール面 2 9, 2 9 a として機能する。両シール面 2 9, 2 9 a はライナ 3 の軸方向 L に沿って延びることより、シール面 2 9, 2 9 a を含む第 1 蓋部 7 のシール構造は軸シールである。薄肉部 2 3 は両シール面 2 9, 2 9 a よりも径方向 R の内側（図 2 の下方）に位置している。

図 3 は、本体部 5 と第 2 蓋部 9 との接合部位の断面図である。なお、本体部 5 と第 2 蓋部 9 との接合部位（形状、寸法等）の主要部は、図 2 の第 1 蓋部 7 と本体部 5 との接合部位と略同一であるため、その説明を省略し、異なる部分について説明する。

略碗状をなす第 2 蓋部 9 の内面において、可曲部 2 4 の根元部位には、第 2 蓋部 9 の周方向に亘って延びる環状溝 3 3 が形成されている。軸方向 L に関する環状溝 3 3 の深さは、同方向に関する図 2 の第 1 蓋部 7 の環状溝 2 2 のそれよりも浅い。環状溝 3 3 を形成することによって第 2 蓋部 9 には図 2 の第 1 蓋部 7 に形成された薄肉部 2 3 と同様の厚さ W 1 を有する薄肉部 2 3 が形成される。

次に、前記のように構成された水素タンク 1 の作用を説明する。

例えば、水素タンク 1 に水素を充填或いは再充填した場合には、収容室 2 の内部が高圧状態になってライナ 3 の内面に圧力が作用する。このため、本体部 5 の内面には径方向外側（図 4 に示す矢印 A 方向）に向かう圧力が作用して、図 4 の二点鎖線で示すように本体部 5 が矢印 A 方向に沿って径方向外側に膨らんだ状態となる。この高圧状態では、本体部 5 の内面の他に可曲部 2 4 の内面にも矢印 B 方向の圧力が作用する。

本体部 5 が膨らむと同時に薄肉部 2 3 が矢印 C 方向に伸び、可曲部 2 4 が矢印 D 方向に曲った図 4 の二点鎖線に示す状態となる。特に、可曲部 2 4 は前記薄肉部 2 4 a で大きく曲った状態となる。従って、リング 2 6 のシール部 2 7 が、本体部 5 の膨らみに追従し、水素タンク 1 の内部が高圧状態になったとしても第

1 蓋部 7 と本体部 5 との間は確実にシールされる。また、第 2 蓋部 9 でも同様に薄肉部 2 3 の伸びと可曲部 2 4 の曲がりとによってシール部 2 7 が本体部 5 の膨らみに追従するので、第 2 蓋部 9 と本体部 5 との間も確実にシールされて収容室 2 の気密性が確保される。

本実施形態は以下のような利点を有する。

第 1 蓋部 7 に環状溝 2 2 を形成することによって薄肉部 2 3 及び可曲部 2 4 が設けられ、第 2 蓋部 9 に環状溝 3 3 を形成することによって薄肉部 2 3 が設けられる。例えば、水素タンク 1 内の圧力によって本体部 5 が径方向外側に膨らんだときにも、薄肉部 2 3 の伸びや可曲部 2 4 の曲がりによって、シール部 2 7 が本体部 5 の膨らみに追従することができる。このため、分割式の水素タンク 1 を確実にシールすることができる。

従来、水素タンクの収容室内の圧力は非常に高圧となるので、必要耐圧やその構造を鑑みて、水素タンクの収容室の材料には鉄やステンレス等の金属が用いられる。しかしながら、金属を用いると水素タンクの重量が重くなってしまう。このため、軽量化を図るべく、本実施形態では高強度 C F R P 層 4 を用いた水素タンク 1 が採用されている。その水素タンク 1 に本実施形態のシール構造を用いればタンクを分割式としても分割部分を十分にシールすることができる。従って、十分なシール機能を保ちつつ軽量化を図った水素タンク 1 を提供することができる。

第 1 蓋部 7 及び第 2 蓋部 9 と本体部 5 との間の各シール構造は、水素タンク 1 の軸方向に関するガスの漏れをシールするように構成されている。このため、水素タンク 1 の径方向に関するガスの漏れをシールする構成を必要とせず、水素タンク 1 が径方向に大型化することを回避することができる。また、第 1 蓋部 7 及び第 2 蓋部 9 をそれぞれ本体部 5 に対し対応するボルト 1 8 によって取り付ける場合、そのボルト 1 8 はライナ 3 の軸方向と平行に配置される。本体部 5 の各端部にはボルト 1 8 の軸部 1 8 a を収容するための肉厚部分が存在する。この部分

がシール面 2 9 に利用されるので、シール面を設けるための部分を新たに確保する必要がない。

薄肉部 2 3 や可曲部 2 4 は、第 1 蓋部 7 及び第 2 蓋部 9 にそれぞれ環状溝 2 2, 3 3 を形成することにより設けることができるので、簡単な加工作業で薄肉部 2 3 及び可曲部 2 4 を構成できる。また、環状溝 2 2, 3 3 であれば第 1 蓋部 7 や第 2 蓋部 9 の肉抜き部分が比較的少なくて済み、好適なライナ 3 の強度を保つことができる。

ライナ 3 の両側が分割可能である。このため、ライナ 3 の両側からライナ 3 の内部の加工作業が行い易く、例えば本体部 5 の内面の先端側に形成された突部 1 5 の加工作業が行い易い。

ライナ 3 の内面の先端側には突部 1 5 が形成される。従って、水素吸蔵用ユニット 1 1 は基端側が第 1 蓋部 7 の穴部 7 c に嵌合され、先端側が突部 1 5 によって係止された状態で支持されるので、軸方向 L において水素吸蔵用ユニット 1 1 は複数箇所支持される。このため、収容室 2 内における水素吸蔵用ユニット 1 1 の振動や位置ずれを抑制することができる。

ライナ 3 は分割式である。このため、水素吸蔵用ユニット 1 1 を収容したライナ 3 を製造する場合に、スピニング加工を用いる場合と比較して簡単に製造することができる。

ライナ 3 内が高圧時において、第 1 蓋部 7 及び第 2 蓋部 9 にかかる圧力は薄肉部 2 3 と可曲部 2 4 との両方に作用する。このため、本体部 5 に追従して変形するときにかかる応力がこの 2 箇所分散され、薄肉部及び可曲部 2 4 の耐久性を確保できる。

ライナ 3 の収容室 2 に水素吸蔵用ユニット 1 1 が内蔵されている。このため、

水素吸蔵用ユニット 11 が備えられない場合と比較して、より多くの水素を水素タンク 1 の収容室 2 内に充填できる。

次に、第 2 実施形態を図 5 及び図 6 に従って説明する。本実施形態では図 1 ～図 4 の実施形態と比較してシール構造が異なっており、他の部分については同じ構成である。このため、同一部分には同一符号を付して詳しい説明を省略し、異なる部分についてのみ説明する。

図 5 は本体部 5 と第 1 蓋部 7 との接合部位の断面図である。本体部 5 の開口部 6 には周方向に亘って延びる環状溝 36 が形成されている。環状溝 36 は本体部 5 の軸方向 L の端部付近に位置している。環状溝 36 が形成されることによって環状溝 36 の底部には薄肉部 23 が、環状溝 36 とフランジ 16 との間には可曲部 24 が形成される。

水素タンク 1 の軸方向 L に関し、第 1 蓋部 7 と可曲部 24 との間には周方向に亘って延びる収容溝 25 が第 1 蓋部 7 に形成されている。収容溝 25 はボルト 18 の挿通孔 19 よりも径方向内側に位置している。収容溝 25 には O リング 26 が取り付けられる。O リング 26 のシール部 27 によって本体部 5 と第 1 蓋部 7 との間が確実にシールされる。

本体部 5 の開口部 6 が突出部 17 に当接する部分と、基端部 20（可曲部 24 を含む）がフランジ 16 に当接する部分とが本体部 5 の接合面 28 に相当する。一方、本体部 5 の接合面 28 に接触する第 1 蓋部 7 の部分が接合面 28a に相当する。本体部 5 の接合面 28 及び第 1 蓋部 7 の接合面 28a のうち径方向 R と略平行である基端部 20 及びフランジ 16 の当接する部分がシール面 29、29a である。シール面 29、29a はライナ 3 の径方向 R に延びることから、両シール面 29、29a を含む第 1 蓋部 7 のシール構造は面シールである。薄肉部 23 はシール面 29、29a よりも軸方向内側に位置する。なお、図示しないが本体部 5 と第 2 蓋部 9 との接合構造（形状、寸法、シール構造等）も第 1 蓋部 7 と同

一の構造が採用される。

例えば、水素タンク 1 に水素を充填或いは再充填した場合には、収容室 2 が高圧状態になってライナ 3 の内面に圧力が作用する。このため、第 1 蓋部 7 の内面には軸方向外側（図 6 に示す矢印 E 方向）に向かう圧力が作用して、図 6 の二点鎖線で示すように第 1 蓋部 7 が軸方向外側に膨らんだ状態となる。この高圧状態では、第 1 蓋部 7 の突出部 1 7 と本体部 5 の開口部 6 との間の隙間を通して可曲部 2 4 の内面にも矢印 F 方向の圧力が作用する。

このとき、第 1 蓋部 7 が軸方向外側に移動すると同時に、ボルト 1 8 の軸部 1 8 a の伸びとともに薄肉部 2 3 が軸方向 L と平行な矢印 C 方向に伸びる。従って、リング 2 6 のシール部 2 7 が第 1 蓋部 7 の移動に追従し、水素タンク 1 の内部が高圧状態になったとしても第 1 蓋部 7 と本体部 5 との間は確実にシールされる。また、第 2 蓋部 9 でも同様に薄肉部 2 3 の伸びによってシール部 2 7 が第 2 蓋部 9 の移動に追従するので、第 2 蓋部 9 と本体部 5 との間も確実にシールされて収容室 2 の気密性が確保される。

本実施形態においても図 1 ～図 4 の実施形態と略同様な利点を得られる他に、次の利点を得られる。

水素タンク 1 の内部が高圧になって第 1 蓋部 7（第 2 蓋部 9）が軸方向 L に沿って移動しても、薄肉部 2 3 の伸びによってシール部 2 7 が第 1 蓋部 7（第 2 蓋部 9）の移動に追従するので、水素タンク 1 を分割式としても確実にシールすることができる。

第 1 蓋部 7 及び第 2 蓋部 9 と本体部 5 との間の各シール構造は、水素タンク 1 の径方向に関するガスの漏れをシールするように構成されている。従って、水素タンク 1 の軸方向に関するガスの漏れをシールするための構成が不要となり、水素タンク 1 が軸方向に大型化することを回避することができる。

次に、第3実施形態の水素タンク111を図7及び図8に従って説明する。本実施形態では図1～図4の実施形態と比較してライナ3の一部の構成とシール構造とが異なっており、他の部分については同じ構成である。このため、同一部分には同一符号を付して詳しい説明を省略し、異なる部分についてのみ説明する。

図7に示すように、ライナ3は両端が分割式であり、略筒状の本体部40と、本体部40の基端側の開口部40aを覆う第1蓋部41と、本体部40の先端側の開口部40bを覆う第2蓋部42とを備えている。基端側の開口部40aは断面が円形であり、その口径は水素吸蔵用ユニット11の通過を許容する大きさに設定されている。

図7及び図8に示すように、第1蓋部41は開口部40aに挿入される凸部43と、凸部43より大径のフランジ44とを備えている。凸部43は略円柱状をなし、凸部43の周面と開口部40aの周面との間にリング26が介装されている。リング26は、凸部43の周面に形成された環状の收容溝43a内に收容されている。收容溝43aの底面と、開口部40aの周面とによって自身が押圧されて変形された状態で、リング26は本体部40と第1蓋部41との間、即ちライナ3の分割部分をシールする。

第1蓋部41には收容室2に開口する穴部7cが形成されている。水素吸蔵用ユニット11の基端が穴部7cに嵌合され、水素吸蔵用ユニット11の先端が本体部40の先端部40dによって支持された状態で收容室2に收容されている。

ライナ3の外面には、環状凹所としての環状溝46が周方向に沿って設けられている。環状溝46は本体部40の径方向外側に向かって開放されている。環状溝46は雌ねじ21の位置よりも径方向外側に配置されている。環状溝46内には開口部40aの拡がり防止用の環状補強部47が設けられている。補強部47はライナ3の外面を覆う高強度CFRP層4の強化繊維束に使用されたものと同

じ繊維強化樹脂で構成されている。環状溝 4 6 の深さ及び幅は、水素タンク 1 1 1 内の圧力が高い状態でＯリング 2 6 が第 1 蓋部 4 1 と本体部 4 0 との間を確実にシール可能なように、径方向 R に関する本体部 4 0 の基端部 4 0 e の膨張（膨がり）を抑制することができる範囲内の値に設定されている。なお、第 2 蓋部 4 2 及び本体部 4 0 の先端部 4 0 d に形成されるシール構造は、第 1 蓋部 4 1 及び本体部 4 0 の基端部 4 0 e に形成されるシール構造と同じ構成を有するのでその説明を省略する。

次に、前記のように構成された水素タンク 1 1 1 の製造方法を説明する。水素タンク 1 1 1 を製造する際は、先ず、第 1 蓋部 4 1 に水素吸蔵用ユニット 1 1 を組み付け、その蓋部 4 1 を本体部 4 0 の基端側の開口部 4 0 a を塞ぐようにボルト 1 8 により本体部 4 0 に組み付ける。次に、第 2 蓋部 4 2 を他端側の開口部 4 0 b を塞ぐようにボルト 1 8 により本体部 4 0 に組み付けて、水素吸蔵用ユニット 1 1 が収容されたライナ 3 を準備する。ライナ 3 を図示しないフィラメントワインディング装置にセットして、第 1 及び第 2 蓋部 4 1, 4 2 の両環状溝 4 6 内に樹脂含浸繊維束を予め設定された量だけ巻き付ける。この巻付け量は環状溝 4 6 内に収容可能な量である。各環状溝 4 6 内に巻き付けられた樹脂含浸繊維束は後の加熱硬化により、前記補強部 4 7 を構成する。

両環状溝 4 6 への樹脂含浸繊維束の巻き付け終了後、引き続きフィラメントワインディング装置により、フィラメントワインディングを行い、ライナ 3 の外面に樹脂含浸繊維束をヘリカル巻層及びフープ巻層が所定層数形成されるまで巻き付ける。フープ巻層は主にライナ 3 の筒状部（胴部）に形成される。次に、樹脂含浸繊維束が巻き付けられたライナ 3 をフィラメントワインディング装置から取り外し、加熱炉に入れて、樹脂を加熱硬化させる。次にバリ等の除去を行った後、第 2 蓋部 4 2 にバルブ 1 0 を組み付けることにより、水素タンク 1 1 1 が完成する。

次に、前記のように構成された水素タンク 1 1 1 の作用を、燃料電池搭載電気

自動車に使用する場合を例に説明する。

バルブ 1 0 が水素放出状態に保持された状態において燃料極で水素ガスが使用されると、バルブ 1 0 を介して水素タンク 1 1 1 から水素ガスが放出されて燃料極に供給される。水素タンク 1 1 1 内から水素ガスが放出されると、水素吸蔵合金から水素ガスが放出される。水素の放出は吸熱反応であるので、水素の放出に必要な熱が熱媒により供給されないと、水素吸蔵合金は自身の顕熱を消費して水素を放出する。このため、水素吸蔵合金の温度が低下する。水素吸蔵合金の温度が低下すると水素放出の反応速度が低下する。しかしながら、水素放出時には第 1 及び第 2 通路管 7 a, 7 b を介して熱媒管 1 2 に温水が流れ、この温水によって熱媒管 1 2 及びフィン 1 3 を介して水素吸蔵合金の温度降下が抑制され、水素放出の反応が円滑に進行する。水素吸蔵合金から放出された水素はバルブ 1 0 を介して水素タンク 1 1 1 の外部へ放出され、燃料極へと供給される。

水素が放出された水素タンク 1 1 1 に再び水素ガスを充填、即ち水素吸蔵合金に水素ガスを吸蔵させる場合は、バルブ 1 0 を水素充填状態に切り換えてバルブ 1 0 を介して水素タンク 1 1 1 内に水素ガスを供給する。供給された水素ガスは、水素吸蔵合金と反応して水素化物となり、水素吸蔵合金に吸蔵される。水素の吸蔵反応は発熱反応であるので、水素の吸蔵反応で発生した熱を除去しないと吸蔵反応が円滑に進行しない。しかしながら、水素ガスを充填する際は、両通路管 7 a, 7 b を介して熱媒管 1 2 に冷水が流れ、この冷水によって熱媒管 1 2 及びフィン 1 3 を介して水素吸蔵合金の温度上昇が抑制され、水素ガスの吸蔵が効率よく行われる。

水素タンク 1 1 1 内の圧力が外部の圧力より高い場合には、ライナ 3 の内面にライナ 3 を膨張させる圧力が加わる。そして、水素ガスの充填あるいは再充填直後においては水素タンク 1 1 1 内の圧力が高く、本体部 4 0 には各開口部 4 0 a, 4 0 b の径を拡げるように、即ち各開口部 4 0 a, 4 0 b を径方向において膨張させるような力が本体部 4 0 に作用する。この力に高強度 C F R P 層 4 のみで対

抗しようとしても、開口部 40 a, 40 b と対応する位置での高強度 CFRP 層 4 の部分にはフープ巻層が少ないため、膨張を抑制することは難しい。しかしながら、各開口部 40 a, 40 b 周面に対応する本体部 40 の外面にそれぞれ補強部 47 が存在することにより、開口部 40 a, 40 b の膨張が抑制され、蓋部 41, 42 の凸部 43 の周面と、開口部 40 a, 40 b の周面との間は確実に Oリング 26 によってシールされ、収容室 2 の気密性が確保される。

本実施形態は以下の利点を備える。

水素タンク 111 のライナ 3 は、組立品（水素吸蔵用ユニット 11）を挿入可能な開口部 40 a が形成された基端部 40 e と、開口部 40 a を覆う第 1 蓋部 41 とに分割される。第 1 蓋部 41 の凸部 43 の周面と基端部 40 e の周面との間に Oリング 26 が介装されている。そして、開口部 40 a と対応するライナ 3 の外面に開口部 40 a の拡がり防止用の環状の補強部 47 が設けられている。ライナ 3 の先端側もほぼ同様に構成されている。従って、ライナ 3 の内部が高圧状態になっても、各開口部 40 a, 40 b の膨張が対応する補強部 47 により抑制され、且つ、ライナ 3 の内部と外部との間は Oリング 26 によって確実にシールされる。

補強部 47 はライナ 3 の外面に設けられた環状溝 46 内に設けられている。従って、補強部 47 はライナ 3 のドーム部から突出せず、補強部 47 を設けても高強度 CFRP 層 4 を構成する繊維束の配列に悪影響を与えることがなく、好適な高強度 CFRP 層 4 の強度を保つことができる。

環状溝 46 は径方向に開放され、補強部 47 は環状に巻かれた繊維束を強化繊維とした繊維強化樹脂で構成されている。補強部 47 を設けることにより、フープ巻層を開口部 40 a, 40 b と対応する部分に増やしたのと同等の効果が得られる。また、ライナ 3 の外面を覆う高強度 CFRP 層 4 をフィラメントワインディングにより形成するのに先だって、同じフィラメントワインディング装置を使

用して環状溝 4 6 内に樹脂含浸繊維束を巻き付けることにより、補強部 4 7 を形成することが可能となる。

補強部 4 7 はライナ 3 の外面を覆う高強度 C F R P 層 4 の強化繊維束を形成する繊維強化樹脂と同じ強化樹脂により構成されている。従って、組立品（水素吸蔵用ユニット 1 1）が収容されたライナ 3 の外面に高強度 C F R P 層 4 を形成する樹脂含浸繊維束をフィラメントワインディング装置で巻き付ける際、高強度 C F R P 層 4 の形成に先立って同じ樹脂含浸繊維束を環状溝 4 6 に巻き付けることにより形成できる。その結果、高強度 C F R P 層 4 の強化繊維束と別の繊維束を強化繊維として使用する場合に比較して、補強部 4 7 の形成が簡単になる。

水素吸蔵用ユニット 1 1 の基端側がライナ 3 の基端側に設けられた第 1 蓋部 4 1 に固定され、水素吸蔵用ユニット 1 1 の先端側がライナ 3 の先端部 4 0 d に係合された状態で支持される。従って、水素タンク 1 1 1 が振動しても収容室 2 内で水素吸蔵用ユニット 1 1 がライナ 3 に対して振動したり位置ずれし難くなる。

例えば、ライナの一端側のみに開口部を形成し、その開口部を蓋体により覆う構成の場合では、ライナ他端側に水素吸蔵用ユニット 1 1 の先端部を支持する支持部を開口部から図示しない切削工具を挿入して加工する必要がある、作業性が悪い。一方、本実施形態のように、ライナ 3 の両端部にそれぞれ開口部 4 0 a , 4 0 b を設けることにより、本体部 4 0 の端部の加工作業が行い易くなる。

次に、第 4 実施形態の水素タンク 1 1 1 を図 9 に従って説明する。本実施形態では、補強部 4 7 をライナ 3 の軸方向から嵌合可能に構成されている点が図 7 及び図 8 の実施形態と異なり、その他の構成は図 7 及び図 8 の実施形態と同様である。図 7 及び図 8 の実施形態と同様な部分は同一符号を付して詳しい説明を省略する。

図 9 に示すように、本体部 4 0 の端面 4 0 c には、環状凹所としての環状溝 4

8が周方向に沿って形成されている。環状溝48はボルト18の位置より径方向において外側に配置される。環状溝48内には補強部147が設けられている。補強部147の材料の剛性はライナ3の材料のそれより高く、本実施形態ではステンレス鋼が使用されている。補強部147はステンレス鋼の板材をプレス加工で打ち抜いて形成されている。補強部147の厚さ及び断面積は、水素タンク111内の圧力が比較的高い状態において、開口部40aの膨張（拡張）がリング26によって確実にシールされる範囲内の値に設定されている。環状溝48の深さ及び幅は前記補強部147を収容可能な値に設定されている。補強部147は内周面が環状溝48に嵌合する状態で環状溝48内に収容されている。環状溝48は第1蓋部41のフランジ44により覆われている。

第2蓋部42と対応する本体部40の先端部40dにも第1蓋部41側と同様の環状溝48が形成されている。先端部40dの環状溝48内にもまた補強部147が収容されている。

水素タンク111を製造する場合、両蓋部41、42を本体部40に固定する前に、両補強部147が対応する環状溝48内に収容される。そして、水素吸蔵用ユニット11を内部に収容したライナ3に、フィラメントワインディング装置により樹脂含浸繊維束を巻き付けた後、加熱炉で樹脂を硬化させて高強度CFRP層4を形成し、その後、バルブ10が組み付けられる。

図7及び図8の前記実施形態に示すように、環状溝46内に補強部47を設ける場合は、樹脂含浸繊維束を巻き付けた後に硬化させるか、繊維束を巻き付けた後、樹脂を充填して硬化させるか、金属線を巻き付けて補強部47を形成する必要がある。即ち、線材の巻き付け作業が必要となる。従って、ライナ3への補強部47の組み付けは容易ではない。これに対し、図9の実施形態では金属製の補強部147をライナ3の軸方向から容易に本体部40に組み付けることができるので作業効率が向上する。

本実施形態の水素タンク 1 1 1 においても、ライナ 3 の内部が高圧状態になっても、開口部 4 0 a , 4 0 b の膨張が補強部 1 4 7 により抑制される。

本実施形態は図 7 及び図 8 の前記実施形態の有する利点に加えて、次の利点を有する。

環状溝 4 8 はライナ 3 の軸方向外側に向かって開放する。従って、図 7 及び図 8 の実施形態のようにライナ 3 の径方向外側に向かって開放された環状溝 4 6 を設けた場合と異なり、補強部 1 4 7 を環状溝 4 8 内に容易に組み付けることが可能である。

補強部 1 4 7 は金属板をプレス加工で打ち抜いて形成される。このため、補強繊維として繊維束を環状に巻いた繊維強化樹脂製のものに比較して、製造が簡単である。

補強部 1 4 7 の材質としてステンレス鋼が使用される。このため、ライナ 3 をアルミニウム合金製とした場合、銅や鋼等の他の金属を用いて補強部を形成した場合と異なり、防錆処理が不要となる。

なお、実施形態は前記に限定されず、例えば、次のように具体化されてもよい。

図 1 ～図 9 の各実施形態において、ライナ 3 は両側が分割式であることに限定されない。例えば、図 1 0 または図 1 5 に示すようにライナ 3 の先端部 7 0 を一体型とし、基端部 2 0 のみを分割式としてもよい。図 1 5 は図 7 及び図 8 の実施形態の変更例に相当する。この場合、ライナ 3 を組み立てるときにボルト 1 8 を螺着する組付行程が少なくなり、組付作業が容易になる。

図 1 ～図 6 の各実施形態において、ライナ 3 の内面の先端側に水素吸蔵用ユニット 1 1 の先端部を支持する突部 1 5 は必ずしも設けられる必要はなく、図 1 1

に示すように省略されてもよい。

図１～図６の各実施形態において、水素吸蔵用ユニット１１の基端側の支持方法は突出部１７に設けた穴部７ｃに嵌合する方法に限定されない。図１２に示すように略碗状の第１蓋部７を用い、本体部５の内面の基端側に突部１４５を設け、水素吸蔵用ユニット１１を両突部１５、１４５により支持してもよい。

図１～図６の各実施形態において、図１３に示すように本体部５の側部から径方向Ｒにボルト１８を第１蓋部７（第２蓋部９）に螺着してライナ３を組み立てる構成としてもよい。この場合、シール面２９は径方向Ｒに沿って延び、本体部５の内面に環状溝２２を形成して薄肉部２３と可曲部２４を形成してもよい。また、この構成においてシール面２９は軸方向Ｌに沿って延びるように配置されてもよい。

図１～図６の各実施形態において、水素吸蔵用ユニット１１と突部１５との間にゴム材が設けられてもよい。この場合、収容室２の内部で位置決めされた水素吸蔵用ユニット１１を位置ずれし難くできる。

図１～図６の各実施形態において、薄肉部２３の厚さ $W1$ 、可曲部２４の厚さ $W2$ 、 $W3$ 等は適宜設定変更されてもよい。また、先端側と基端側とで厚さ $W1$ ～ $W3$ の値は異なる値に設定されてもよい。

図１～図６の各実施形態において、Ｏリング２６の収容溝２５は第１蓋部７（第２蓋部９）に形成されることに限らず、例えば本体部５に形成されてもよい。

図１～図６の各実施形態において、薄肉部２３及び可曲部２４はライナ３を肉抜きすることにより形成されればよい。例えば第１蓋部７の突出部１７においてＯリング２６が位置する部位付近のみを残して、それ以外の一体を削り抜くことによって薄肉部２３及び可曲部２４は形状されてもよい。

図１～図６の各実施形態において、本体部５の内面に形成される突起は、水素吸蔵用ユニット１１を支持する突部１５に限らず、他の機能を持つ突部でもよい。また、本体部５の内面の加工は突部１５を設ける加工に限らず、凹部を設ける等の加工でもよい。

図７及び図８の実施形態において、補強部４７をライナ３の外면을覆う高強度ＣＦＲＰ層４の強化繊維束よりも高強度の繊維束が強化繊維として使用された繊維強化樹脂で構成してもよい。この場合、補強部４７を構成する繊維束が、ライナ３の外면을覆う高強度ＣＦＲＰ層４の強化繊維束と同じ強度の場合に比較して、繊維束の巻数を少なくしても同じ強度が得られ、各開口部４０ａ、４０ｂの膨張を抑制するのに必要な繊維束の量を少なくできる。従って、両蓋部４１、４２と本体部４０とを連結する各ボルト１８を螺着する雌ねじ２１を形成するスペースを確保し易くなる。

図７及び図８の実施形態において、環状溝４６の深さが自身の幅よりも小さくてもよい。また、環状溝４６の底面が環状溝４６の開放端と平行である形状でもよい。環状溝は断面Ｖ字状や断面Ｕ字状をなしてもよい。

図７及び図８の実施形態において、環状溝４６内全体に補強部４７を構成する樹脂含浸繊維束が充填されている必要はなく、樹脂含浸繊維束が環状溝４６の底部側に充填されるとともに環状溝４６の開放側に空間が設けられたり、樹脂が充填された構成としてもよい。

図７及び図８の実施形態において、補強部４７は、高強度ＣＦＲＰ層４を形成する直前に図示しないフィラメントワインディング装置で巻き付けて形成する方法に限らず、予め補強部４７が環状溝４６内に形成された本体部４０を製造して、保管しておいてもよい。特に、補強部４７を構成する繊維束と、高強度ＣＦＲＰ層４を構成する繊維束とが異なる場合は、予め補強部４７を形成しておくのが好

ましい。

図 7 及び図 8 の実施形態において、補強部 4 7 は繊維強化樹脂製に限らない。例えば、金属の線材を巻き付けて補強部 4 7 が形成されてもよい。金属の線材の両端を互いに連結して、巻付け状態が弛み難くするのが好ましい。

補強部 4 7 を高強度 C F R P 層 4 の形成に先立ってフィラメントワインディング装置で巻き付ける場合、図 1 4 (a) に示すように、環状溝 4 6 の一方の側壁が第 1 蓋部 4 1 のフランジ 4 4 により構成されてもよい。つまり、環状溝 4 6 とフランジ 4 4 との間において径方向に延びる本体部 4 0 の延出部分が省かれてもよい。この場合、軸方向における環状溝 4 6 の幅を大きくとることができる。

図 9 の実施形態において、補強部 1 4 7 を環状溝 4 8 に収容する代わりに、図 1 4 (b) に示すように、本体部 4 0 の端部に環状凹所としての環状切欠 1 3 1 を設け、環状切欠 1 3 1 内に補強部 1 4 7 が収容されてもよい。この場合、補強部 1 4 7 の外周面は高強度 C F R P 層 4 の曲面に沿うように形成されるのが好ましい。

図 9 の実施形態又は図 1 4 (b) の実施形態のように、補強部 1 4 7 がライナ 3 の軸方向から環状溝 4 8 又は環状切欠 1 3 1 に嵌合される場合、補強部 1 4 7 はステンレス鋼に限らず、ステンレス鋼以外の金属製であってもよい。また、金属製に限らず、繊維強化樹脂製、金属基複合材 (Metal Matrix Composite (M M C)) 製としてもよい。アルミニウム合金をマトリックスとし、炭化ケイ素を強化材とした前記 M M C を使用すれば、アルミニウム合金と同程度の重さで剛性が鋳鉄以上となる。

図 7 ～図 9 、図 1 4 (a) ～図 1 5 の各実施形態において、凸部 4 3 に收容溝 4 3 a を形成する代わりに、收容溝 4 3 a を各開口部 4 0 a , 4 0 b の周面に形成してもよい。

図 7～図 9 の各実施形態において、両蓋部 4 1, 4 2 の凸部 4 3 は、ライナ 3 の軸方向に平行に延びる円柱状に限らず、例えば、先端側に向かって縮径となる円錐台状であってもよい。

リング 2 6 を收容する收容溝を凸部 4 3 又は開口部 4 0 a, 4 0 b を区画する部分の周面に形成する代わりに、開口部 4 0 a, 4 0 b の蓋部 4 1, 4 2 側端部周縁に面取り部又は切り欠きを設けてもよい。前記面取り部又は切り欠きと、蓋部 4 1, 4 2 のフランジ 4 4 の端面と、凸部 4 3 の基端周面とで囲まれる空間にリング 2 6 を配置してもよい。

熱媒管 1 2 は U 字状ではなく複数回屈曲された形状でもよい。

繊維強化プラスチックの材質は炭素繊維に限らず、ガラス繊維や炭化ケイ素系セラミック繊維やアラミド繊維等の一般に高弾性・高強度といわれるその他の繊維が使用されてもよい。

ライナ 3 の材質はアルミニウム合金に限らず、收容室 2 の気密性を確保可能であればその他の金属が用いられても良い。また、ライナ 3 の材質は金属に限らずポリアミド、高密度ポリエチレン等の合成樹脂であってもよい。

図 1～図 1 5 の各実施形態において、蓋部と対応する本体部 5, 4 0 との間をシールするシール部材はシール位置に配置されない開放状態においてその断面形状が円形に限らず、その他の形状であってもよい。

図 1～図 1 5 の各実施形態において、水素タンク 1, 1 1 1 は熱交換機能を有する組立品として水素吸蔵用ユニット 1 1 を内蔵する構成に限らず、図 1 6 の従来の水素タンク 5 1 のように、水素吸蔵合金を内蔵せずに水素を加圧状態で貯蔵（充填）し、内部に充填された水素との熱の授受を行う熱交換フィン組立体を内

蔵してもよい。熱交換フィン組立体の構成は図 1 6 に示す構成に限らず、例えば、前記実施形態の水素吸蔵用ユニット 1 1 のように熱媒管 1 2 に複数のフィン 1 3 が設けられた構成としてもよい。また、組立品として水素吸蔵合金を保持する機能は有するが、熱媒を流す機能を備えていない保持部材を水素タンク 1, 1 1 1 内に収容してもよい。

図 1 ～図 1 5 の各実施形態において、水素タンク 1, 1 1 1 の収容室 2 に内蔵される物体は水素吸蔵用ユニット 1 1 に限らず、例えば熱交換器として機能するフィンアセンブリでもよい。

図 1 ～図 1 5 の各実施形態において、水素タンク 1, 1 1 1 は水素吸蔵用ユニット 1 1 を内蔵しない構成でもよい。

水素吸蔵用ユニット 1 1 は両端部においてライナ 3 に支持される構成に限らず、基端側において片持ち状態でライナ 3 に支持される構成であってもよい。

図 1 ～図 1 5 の各実施形態において、水素タンク 1, 1 1 1 の搭載対象は燃料電池電気自動車や水素自動車に限らず、例えば家庭用電源の燃料電池に使用される水素タンクでもよく、搭載対象は特に限定されない。

図 1 ～図 1 5 の各実施形態において、水素タンク 1, 1 1 1 内にガスが流通するための通路は、ライナ 3 の先端側の第 2 蓋部 8, 4 2 に設ける代わりに、ライナ 3 の基端側の第 1 蓋部 7, 4 1 に設けられてもよい。この場合、ライナ 3 の先端側に水素ガスの通路を設ける必要がなく、ライナ 3 の製造がより簡単になる。

図 1 ～図 1 5 の各実施形態において、本体部 5 と第 1 蓋部 7 (第 2 蓋部 9) との間、あるいは、開口部 4 0 a, 4 0 b の周面と対応する蓋部 4 1, 4 2 の凸部 4 3 の周面との間に介装される O リング 2 6 の個数は 1 つに限らず、複数個であってもよい。

図1～図15の各実施形態において、Ｏリング26は例えばニトリルゴム、スチロールゴム、シリコンゴム、アクリルゴム、フッ素ゴム等を用いてもよく、その材質は特に限定されない。また、シール部材にはゴム製のＯリング26に限らず、金属シール等の他の部材が使用されてもよい。

水素を貯蔵する水素タンクに限らず、例えば窒素、圧縮天然ガス等の他のガスを貯蔵する高圧タンクに本発明が適用されてもよい。

本発明の実施形態を図面に関連付けて説明したが、本発明は上記に限定されず、添付した請求の範囲および等価物で変更されてもよい。

請求の範囲

1. 高圧タンクは、
高圧ガスを貯蔵する金属製の中空状ライナと、
前記ライナの外面を覆う繊維強化プラスチック層と
を備え、前記ライナは、開口部を有するライナ本体と、前記開口部を閉塞するようにライナ本体に接合される蓋体とを含み、ライナ本体及び蓋体は、前記開口部の周りにおいて互いに対向する接合面を有し、両接合面間には開口部の周りを延びるシール部材が設けられ、シール部材と接触する両接合面の部分はシール面として機能し、ライナ本体及び蓋体の一方は変形可能部を有し、その変形可能部は、一方のシール面を他方のシール面に向かわせるように、ライナ内の圧力によって変形可能である。
2. クレーム 1 に記載の高圧タンクにおいて、前記変形可能部は一方のシール面を有する。
3. クレーム 2 に記載の高圧タンクにおいて、前記ライナ本体は筒状をなすとともに、軸方向の少なくとも一端に前記開口部を有し、前記両シール面は前記ライナ本体の軸方向に沿って延び、前記変形可能部は、ライナ内の圧力によってライナ本体の径方向に向かって変形可能である。
4. クレーム 3 に記載の高圧タンクにおいて、前記変形可能部は、ライナ本体の径方向に関して外側の部分に前記シール面を有し、変形可能部はライナ内の圧力によって伸び変形可能な薄肉部を含み、その薄肉部はライナ本体の径方向に関してシール面よりも内側に位置する。
5. クレーム 2 に記載の高圧タンクにおいて、前記ライナ本体は筒状をなすとともに、軸方向の少なくとも一端に前記開口部を有し、前記両シール面は前記ライナ本体の径方向に沿って延び、前記変形可能部は、ライナ内の圧力によってラ

イナ本体の軸方向に向かって変形可能である。

6. クレーム5に記載の高圧タンクにおいて、前記変形可能部は、ライナ本体の軸方向に関して外側の部分に前記シール面を有し、変形可能部はライナ内の圧力によって伸び変形可能な薄肉部を含み、その薄肉部はライナ本体の軸方向に関してシール面よりも内側に位置する。

7. クレーム1に記載の高圧タンクにおいて、前記変形可能部は、前記ライナ本体又は前記蓋体の内面の一部を肉抜きすることによって形成される。

8. クレーム1に記載の高圧タンクにおいて、前記変形可能部は、前記ライナ内の圧力によって曲がり変形可能な可曲部を含み、その可曲部は、前記シール部材を収容するための収容溝を変形可能部に形成することによって形成される。

9. クレーム1に記載の高圧タンクにおいて、前記ライナ本体は筒状をなし、前記開口部は、ライナ本体の軸方向両端に形成された2つの開口部のうちの一つであり、前記蓋体は、それら開口部にそれぞれ対応する2つの蓋体のうちの一つである。

10. クレーム9に記載の高圧タンクにおいて、前記ライナの内部にはガス吸蔵ユニットが収容される。

11. クレーム10に記載の高圧タンクにおいて、前記ライナ本体は、その軸方向の少なくとも一端の内面に突起を有し、突起は前記ライナの内部においてガス吸蔵ユニットを支持する。

12. クレーム1に記載の高圧タンクにおいて、前記ライナの内部にはガス吸蔵ユニットが収容される。

13. 高圧タンクは、

高圧ガスを貯蔵する中空状ライナであって、前記ライナの内部に組立品が収容されることと、

前記ライナの外面を覆う繊維強化プラスチック層とを備え、前記ライナは、その軸方向の少なくとも一端に開口部を有する筒状のライナ本体と、前記開口部を閉塞するようにライナ本体に接合される蓋体とを含み、前記組立品は前記開口部を通じてライナ本体内に挿入され、前記蓋体は、前記開口部に嵌合する凸部と、前記凸部よりも大径のフランジとを備え、前記凸部の周面とその周面に対向するライナ本体の部分との間にはシール部材が設けられ、前記ライナ本体は、前記開口部と対応する部分に、開口部を包囲する環状凹所を有し、その凹所には開口部の拡張を防止するための環状補強部が設けられる。

14. クレーム13に記載の高圧タンクにおいて、前記環状凹所は、前記ライナ本体の少なくとも径方向外側に開放され、前記補強部は、環状凹所内に環状に巻かれた繊維束を含む繊維強化プラスチックよりなる。

15. クレーム13に記載の高圧タンクにおいて、前記環状凹所は、前記ライナ本体の少なくとも軸方向に向かって開放され、前記補強部は前記ライナ本体の軸方向から前記環状凹所に嵌合される。

16. クレーム13に記載の高圧タンクにおいて、前記ライナ本体はアルミニウム又はアルミニウム合金製であり、前記補強部はステンレス製である。

17. クレーム13に記載の高圧タンクにおいて、前記補強部は、前記ライナの外面を覆う繊維強化プラスチック層の繊維束より高強度の繊維束を含む繊維強化プラスチックよりなる。

18. 高圧タンクの製造方法であって、高圧タンクは、熱交換機能を有する組立品を収容する中空状ライナと、前記ライナの外面を覆う繊維強化プラスチック

層とを備え、前記ライナは、その軸方向の少なくとも一端に開口部を有する筒状のライナ本体と、前記開口部を閉塞する蓋体とを含み、前記方法は、

前記組立品を前記開口部を通じてライナ本体内に挿入する工程と、

前記蓋体に設けられた凸部の周面とその周面に対向するライナ本体の部分との間にシール部材を配置した状態で、前記凸部を前記開口部に嵌合する工程と、

前記開口部と対応する前記ライナ本体の外周面の部分に形成された環状凹所内に、樹脂含浸繊維束を巻き付ける第1巻き付け工程と、

前記第1巻き付け工程後、前記ライナの外面にフィラメントワインディングにより樹脂含浸繊維束を巻き付ける第2巻き付け工程であって、樹脂が硬化することによって前記繊維強化プラスチック層が前記ライナの外面に形成されることを備える。

要約書

高圧タンクは、筒状をなすライナと、ライナの外周面を覆う繊維強化プラスチックとを有する。少なくとも前記ライナの一端が分割可能である。ライナは、筒状をなすライナ本体と、蓋体とを備える。ライナ本体と蓋体と間の接合面には周方向に亘ってＯリングが介装される。接合面はＯリングに接触するシール面を有する。ライナ本体及び蓋体のうち一方はシール面に向かって変形する変形可能部を有する。この構成により、高圧タンク内が高圧状態のとき、ライナの分割部分を確実にシールすることができる。